

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 2 日
Date of Application:

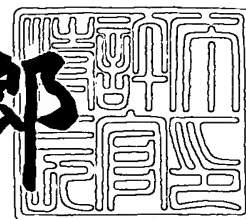
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 9 1 6 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 3 9 1 6 5]

出 願 人 コニカ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 9 1 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY00880

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 3/08

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 池中 清乃

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090033

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 荒船 博司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 027188

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 集光光学系及び光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも対物光学素子を含むと共に 1 又は複数の光学素子からなる光学素子部を有し、第 1 の波長 λ_1 ($630 \text{ [nm]} \leq \lambda_1 \leq 680 \text{ [nm]}$) の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、第 2 の波長 λ_2 ($760 \text{ [nm]} \leq \lambda_2 \leq 680 \text{ [nm]}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光する集光光学系において、

前記対物光学素子部の前記第 1 の波長 λ_1 及び前記第 2 の波長 λ_2 の各光束に対する光学系倍率 m_1 , m_2 は、

$$m_1 \neq 0, m_2 \neq 0$$

を満たし、

前記光学素子部の少なくとも 1 つの光学面に、前記第 1 の波長 λ_1 の光束が通過すると共に通過後の前記第 1 の波長 λ_1 の光束が前記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、前記第 2 の波長 λ_2 の光束が通過すると共に通過後の前記第 2 の波長 λ_2 の光束が前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光する共用領域部を備え、

前記共用領域部に、光軸を中心とした輪帯状光学機能面が段差面を介して連続的に複数形成され、

前記段差面の光軸に平行な距離 x は、

$$5.5 \text{ [}\mu\text{m]} \leq x \leq 7 \text{ [}\mu\text{m]}$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項 2】

前記輪帯状光学機能面の数は、4 ～ 60 のうちのいずれか一つであることを特徴とする請求項 1 に記載の集光光学系。

【請求項 3】

前記共用領域部を備える光学素子は、カップリングレンズであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の集光光学系。

【請求項 4】

前記共用領域部を備える光学素子は、前記対物光学素子であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 5】

前記光学系倍率 m_1 は、

$$-1/3 \leq m_1 < 0$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 6】

前記光学系倍率 m_2 は、

$$-1/3 \leq m_2 < 0$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 7】

前記第 1 の波長 λ_1 の光束に対する焦点距離 f_1 は、

$$f_1 \leq 4 \text{ [mm]}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 8】

前記第 2 の波長 λ_2 の光束に対する焦点距離 f_2 は、

$$f_2 \leq 4 \text{ [mm]}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 9】

前記第 1 の波長 λ_1 の光束に対する像側の開口数 NA_1 は、

$$0.55 \leq NA_1 \leq 0.67$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 10】

第 2 の波長 λ_2 の光束に対する像側の開口数 NA_2 は、

$$0.44 \leq NA_2 \leq 0.55$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 11】

前記共用領域部は、前記輪帯状光学機能面により入射光を回折する回折構造部

を備えることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 12】

前記回折構造部により回折された前記第 1 の波長 λ_1 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_1 は 5 であり、

前記回折構造部により回折された前記第 2 の波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_2 は 4 であることを特徴とする請求項 11 に記載の集光光学系。

【請求項 13】

前記輪帯状光学機能面を通過する前記第 1 の波長 λ_1 及び前記第 2 の波長 λ_2 は、前記輪帯状光学機能面によって屈折する方向へ出射されることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の集光光学系。

【請求項 14】

前記波長 λ_1 の光束を出射する第 1 の光源と、前記波長 λ_2 の光束を出射する第 2 の光源と、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の集光光学系とを備え、

前記第 1 の光源から出射された前記波長 λ_1 の光束を前記集光光学系により前記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行い、

前記第 2 の光源から出射された前記波長 λ_2 の光束を前記集光光学系により前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 15】

前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源は、一体化されることを特徴とする請求項 14 に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報記録媒体に光を集光させる集光光学系及びその集光光学系を備える光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、光源から出射されたレーザ光を対物レンズにより光情報記録媒体の情報記録面に集光させて、その情報記録面上の情報を記録、再生する光ピックアップ装置があった。情報の記録密度は、集光に用いるレーザ光の波長を短くすることにより大きくすることができる。光情報記録媒体は、情報の記録密度や保護基板厚等の条件によりいくつかの規格に分けられる。例えば、保護基板厚が1.2 [mm] で、比較的記録密度が小さく使用基準波長が785 [nm] の光束を用いるCD (Compact Disk) や、保護基板厚が0.6 [mm] で、比較的記録密度が大きく使用基準波長が655 [nm] の光束を用いるDVD (Digital Versatile Disk) 等の規格がある。使用基準波長は、動作時の基準となる波長である。実際に使用される光は、使用基準波長からの波長誤差を有する。

【0003】

また、同一の光ピックアップ装置で、CD及びDVDの情報の記録、再生が可能な構成が考えられている。例えば、像側の開口数が低いCD用の光と、像側の開口数が高いDVD用の光束の両方が通過する共用領域を対物レンズに設ける。その共用領域に、輪帯状凹部や輪帯状凸部を設ける。これは、光線が厚さの異なる素子を通過する場合に、その通過後の光線は位相が異なることを利用して、入射光に位相差を与えるためである。この位相差付与により、CD及びDVDの情報の記録、再生時に発生する収差を低減させる（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-287948号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に記載の構成は、隣り合う輪帯状凹部や輪帯状凸部の段差に、DVDに対応する波長の光が隣り合う輪帯状凹部と輪帯状凸部を通過した場合に、1波長の光路差が付与される深さを採用している。このため、輪帯凹凸部を形成する前に比べて、DVD側の波面収差の劣化を抑えながらCD側の波面収

差を低減する事ができるが、CDを用いる場合に、その段差による光路差が、CDに対応する波長の整数倍からのずれが大きく、集光スポットの波面収差を低減することは限界があった。

【0006】

従って、例えば、CDに対応する波長の入射光における1次回折光相当の光路差付与と、DVDに対応する波長の入射光における1次回折光相当の光路差付与との両方を考慮して波面収差を軽減するには、CD及びDVDに対応する各波長間のある1つの波長の1次回折相当の深さの段差を設けるしかない。この場合には、CD及びDVDの両方の波面収差の低減に限界が生ずる。

【0007】

このため、対物レンズから出射された光の集光スポットの波面収差を、CD及びDVDにおいて共に低下させるには限界があった。また、集光スポットの波面収差が増加するとその光利用効率も低下する。これらにより、CD及びDVDのいずれか一方を犠牲にすることなく光利用効率を高めることができなかった。

【0008】

本発明の課題は、異なる波長で且つ異なる保護基板厚さの2種類の光情報記録媒体に光を集光させるに当たり、いずれの光情報記録媒体に集光させる場合にも光利用効率を高めることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、

少なくとも対物光学素子を含むと共に1又は複数の光学素子からなる光学素子部を有し、第1の波長 λ_1 ($630 \text{ [nm]} \leq \lambda_1 \leq 680 \text{ [nm]}$) の光束を保護基板厚 t_1 の第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、第2の波長 λ_2 ($760 \text{ [nm]} \leq \lambda_2 \leq 680 \text{ [nm]}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光する集光光学系において、

前記対物光学素子部の前記第1の波長 λ_1 及び前記第2の波長 λ_2 の各光束に対する光学系倍率 m_1 、 m_2 は、

$$m_1 \neq 0, m_2 \neq 0$$

を満たし、

前記光学素子部の少なくとも 1 つの光学面に、前記第 1 の波長 λ_1 の光束が通過すると共に通過後の前記第 1 の波長 λ_1 の光束が前記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光し、前記第 2 の波長 λ_2 の光束が通過すると共に通過後の前記第 2 の波長 λ_2 の光束が前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光する共用領域部を備え、

前記共用領域部に、光軸を中心とした輪帯状光学機能面が段差面を介して連続的に複数形成され、

前記段差面の光軸に平行な距離 x は、

$$5.5 [\mu\text{m}] \leq x \leq 7 [\mu\text{m}]$$

を満たすことを特徴とする。

【0010】

集光光学系を構成する光学素子としては、対物光学素子（対物レンズ）だけでなく、例えば、カップリングレンズ、ビームエキスパンダ、ビームシェイパ、収差補正用の補正板等の部材を含めてもよい。

また、光学素子としては、単一の光学素子で構成されているものに限定されず、複数の光学素子を組合わせる構成としてもよい。そして、光学素子の光源側又は像側の少なくとも一面に輪帯状光学機能面及び段差面を形成する。更に、光学素子が複数ある場合には、1 つ又は複数の光学素子の少なくとも一面に輪帯状光学機能面及び段差面を形成する。

また、保護基板は、光情報記録媒体の情報記録面を保護するために、情報記録面の形成された光学的に透明な平行平板を指す。保護基板厚は、その平行平板の厚さを示す。

また、光情報記録媒体への集光とは、集光光学系が出射した光束を光情報記録媒体の保護基板を介して情報記録面に集光させることである。

【0011】

請求項 1 に記載の発明によれば、集光光学系において、光学素子部の少なくとも 1 つの光学面に、第 1 の波長 λ_1 の光束が通過してその通過後の光束が第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光され且つ第 2 の波長 λ_2 の光束が通過してそ

の通過後の光束が第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光する共用領域部を備え、その共用領域部が、輪帯状光学機能面と、光軸に平行な距離 x が $5.5 [\mu\text{m}] \leq x \leq 7 [\mu\text{m}]$ である段差面とを備える。

光軸に平行な距離 x が $5.5 [\mu\text{m}]$ より小さい場合には、波長 λ_1 の光束のほぼ5倍の距離からのずれが大きくなり、第1及び第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光される波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光束の光利用効率が低下する。また、光軸に平行な距離 x が $7 [\mu\text{m}]$ より大きい場合にも、波長 λ_1 の光束のほぼ5倍の距離からのずれが大きくなり、第1及び第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光される波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光束の光利用効率が低下する。光利用効率とは、集光光学系の対物光学素子への入射光量に対する集光スポットの光量の割合である。

【0012】

このため、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第1の波長 λ_1 の光束はほぼ $5 \times \lambda_1$ の光路差を有するが、第1の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高くすることができる。また、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第2の波長 λ_2 の光束はほぼ $4 \times \lambda_2$ の光路差を有するが、第2の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高めることができる。

【0013】

また、第1の波長 λ_1 及び第2の波長 λ_2 の各光束に対する光学系倍率 m_1 , m_2 が、 $m_1 \neq 0$, $m_2 \neq 0$ を満たす。このため、有限系の光束を用いて第1又は第2の光情報記録媒体に集光させるので、コリメータレンズ等の光束を平行化する光学素子を設ける必要がなく、部品点数を減らし、集光光学系を有する光ピックアップ装置等の機器を小型化及び低コスト化することができる。

【0014】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の集光光学系において、前記輪帯状光学機能面の数は、4～60のうちのいずれか一つであることを特徴とする。

【0015】

請求項 2 に記載の発明によれば、輪帯状光学機能面の数は、4 ～ 60 のうちのいずれか一つである。このため、輪帯状光学機能面の数を保護基板厚 t_1 、 t_2 に対して適切な値にできて、十分な光利用効率を得られ且つ輪帯状光学機能面の作成を容易にすることができる。輪帯状光学機能面の数が 4 よりも小さい場合には、保護基板厚の薄い光情報記録媒体に対して、輪帯状光学機能面の十分な光学機能を実現することが困難となる。また、輪帯状光学機能面の数が 60 よりも大きい場合には、輪帯状光学機能面の光軸に垂直な距離も小さくなり、輪帯状光学機能面を作成するのが困難となる。その上、輪帯状光学機能面の数が 60 よりも大きい場合には、光情報記録媒体の輪帯状光学機能面に対して、光束を通過しない段差面の面積割合が大きくなり、光利用効率が低下する。

【0016】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の集光光学系において、前記共用領域部を備える光学素子は、カップリングレンズであることを特徴とする。

【0017】

請求項 3 に記載の発明によれば、共用領域部を備える光学素子は、カップリングレンズである。このため、対物光学素子に請求項 1 又は 2 に記載の輪帯状光学機能面及び段差面とは異なる輪帯状光学機能面及び段差面を設けることによって他の補正効果をもたせることができる。また、輪帯状光学機能面及び段差面を有しない一般的で安価な対物光学素子を用いることができる。

【0018】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記共用領域部を備える光学素子は、前記対物光学素子であることを特徴とする。

【0019】

請求項 4 に記載の発明によれば、共用領域部を備える光学素子は、対物光学素子である。このため、集光光学系の部品点数を少なくし、小型化及び低コスト化することができる。

【0020】

請求項5に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記光学系倍率 m_1 は、

$$-1/3 \leq m_1 < 0$$

を満たすことを特徴とする。

【0021】

請求項5に記載の発明によれば、光学系倍率 m_1 は、 $-1/3 \leq m_1 < 0$ を満たす。このため、光学系倍率 m_1 が正であることによる集光光学系の大型化を防ぐことができる。また、光学系倍率 m_1 が $-1/3$ より小さく、光源が光軸からずれることを起因とする誤差特性により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の波面収差が大きくなることを防ぐことができる。

【0022】

請求項6に記載の発明は、請求項1から5のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記光学系倍率 m_2 は、

$$-1/3 \leq m_2 < 0$$

を満たすことを特徴とする。

【0023】

請求項6に記載の発明によれば、光学系倍率 m_2 は、 $-1/3 \leq m_2 < 0$ を満たす。このため、光学系倍率 m_2 が正であることによる集光光学系を用いる機器の大型化を防ぐことができる。また、光学系倍率 m_2 が $-1/3$ より小さく、光源が光軸からずれることを起因とする誤差特性により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の波面収差が大きくなることを防ぐことができる。

【0024】

請求項7に記載の発明は、請求項1から6のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記第1の波長 λ_1 の光束に対する焦点距離 f_1 は、

$$f_1 \leq 4 \text{ [mm]}$$

を満たすことを特徴とする。

【0025】

請求項7に記載の発明によれば、第1の波長 λ_1 の光束に対する焦点距離 f_1 は、 $f_1 \leq 4$ [mm] である。このため、焦点距離 f_1 を小さくし、集光光学系を備える光ピックアップ装置等の機器を小型化することができる。

【0026】

請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記第2の波長 λ_2 の光束に対する焦点距離 f_2 は、

$$f_2 \leq 4 \text{ [mm]}$$

を満たすことを特徴とする。

【0027】

請求項8に記載の発明によれば、第2の波長 λ_2 の光束に対する焦点距離 f_2 は、 $f_2 \leq 4$ [mm] である。このため、焦点距離 f_2 を小さくし、集光光学系を備える光ピックアップ装置等の機器を小型化することができる。

【0028】

請求項9に記載の発明は、請求項1から8のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記第1の波長 λ_1 の光束に対する像側の開口数 NA_1 は、

$$0.55 \leq NA_1 \leq 0.67$$

を満たすことを特徴とする。

【0029】

像側の開口数とは、光情報記録媒体上の最良像点における集光スポットの形成に寄与する光束が制限された結果として定義される像側の開口数である。また、光学素子が複数ある場合に、像側の開口数とは、集光光学系の最も光情報記録媒体に近い光学素子の像側の開口数を指す。

【0030】

請求項9に記載の発明によれば、第1の波長 λ_1 の光束に対する像側の開口数 NA_1 は、 $0.55 \leq NA_1 \leq 0.67$ を満たす。このため、第1の光情報記録

媒体の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させることができる。

【0031】

請求項10に記載の発明は、請求項1から9のいずれか一項に記載の集光光学系において、

第2の波長 λ_2 の光束に対する像側の開口数 NA_2 は、

$$0.44 \leq NA_2 \leq 0.55$$

を満たすことを特徴とする。

【0032】

請求項10に記載の発明によれば、第2の波長 λ_2 の光束に対する像側の開口数 NA_2 は、 $0.44 \leq NA_2 \leq 0.55$ を満たす。このため、第2の光情報記録媒体の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させることができる。

【0033】

請求項11に記載の発明は、請求項1から10のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記共用領域部は、前記輪帯状光学機能面により入射光を回折する回折構造部を備えることを特徴とする。

【0034】

請求項11に記載の発明によれば、前記共用領域部は、前記輪帯状光学機能面により入射光を回折する回折構造部を備える。このため、回折構造部の回折により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の光線収差を低減させて、光軸上の焦点の位置をほぼ一点に合わせることができる。

【0035】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の集光光学系において、

前記回折構造部により回折された前記第1の波長 λ_1 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_1 は5であり、

前記回折構造部により回折された前記第2の波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_2 は4であることを特徴とする。

【0036】

請求項12に記載の発明によれば、回折構造部により回折された第1の波長 λ_1

1の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_1 は5であり、回折された第2の波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_2 は4である。このため、第1の波長 λ_1 の5次回折光により回折効率が最大になるので、第1の光情報記録媒体に集光する光束の光利用効率を高めることができる。これとともに、第2の波長 λ_2 の4次回折光により回折効率が最大になるので、第2の光情報記録媒体に集光する光束の光利用効率を高めることができる。

【0037】

請求項13に記載の発明は、請求項1から10のいずれか一項に記載の集光光学系において、

前記輪帯状光学機能面を通過する前記第1の波長 λ_1 及び前記第2の波長 λ_2 は、前記輪帯状光学機能面によって屈折する方向へ出射されることを特徴とする。

【0038】

請求項13に記載の発明によれば、輪帯状光学機能面を通過する第1の波長 λ_1 及び第2の波長 λ_2 は、輪帯状光学機能面によって屈折する方向へ出射される。このため、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第1の波長 λ_1 の屈折された光束はほぼ $5 \times \lambda_1$ の光路差を有するが、第1の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高くすることができる。また、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第2の波長 λ_2 の屈折された光束はほぼ $4 \times \lambda_2$ の光路差を有するが、第2の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高めることができる。更に、回折構造部を設ける場合に比べて、輪帯状光学機能面の数を少なくすることができ、集光光学系の作成を容易にすることができる。

【0039】

請求項14に記載の発明は、前記波長 λ_1 の光束を出射する第1の光源と、前記波長 λ_2 の光束を出射する第2の光源と、請求項1から13のいずれか一項に記載の集光光学系とを備え、

前記第1の光源から出射された前記波長 λ_1 の光束を前記集光光学系により前

記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行い、

前記第 2 の光源から出射された前記波長 $\lambda 2$ の光束を前記集光光学系により前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行う光ピックアップ装置であることを特徴とする。

【0 0 4 0】

情報の記録とは、集光光学系が出射した光束を光情報記録媒体の保護基板を介して情報記録面に集光させ、その情報記録面に情報を記録することである。

また、情報の再生とは、集光光学系が出射した光束を光情報記録媒体の保護基板を介して情報記録面に集光させ、その情報記録面に記録された情報を再生することである。

【0 0 4 1】

請求項 1 4 に記載の発明によれば、光ピックアップ装置は、第 1 の波長 $\lambda 1$ の光束を出射する第 1 の光源と、第 2 の波長 $\lambda 2$ の光束を出射する第 2 の光源と、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の集光光学系とを備えて、第 1 及び第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に光束を集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行うことができる。このため、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の効果を有するとともに、第 1 の波長 $\lambda 1$ の光束を集光光学系により第 1 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行い、第 2 の波長 $\lambda 2$ の光束を集光光学系により第 2 の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行うことができる。

【0 0 4 2】

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 4 に記載の光ピックアップ装置において、前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源は、一体化されることを特徴とする。

【0 0 4 3】

請求項 1 5 に記載の発明によれば、第 1 の光源及び第 2 の光源は、一体化される。このため、第 1 の光源及び第 2 の光源が 1 つとなり、光ピックアップ装置も小型化することができる。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0045】

先ず、図1を参照して本実施の形態の光ピックアップ装置1を説明する。図1は、本実施の形態に係る対物レンズ14を備える光ピックアップ装置1の概略構成図である。

【0046】

本実施の形態の光ピックアップ装置1は、半導体レーザ光源11から出射される光束Lを、光情報記録媒体の一例であるCD21又はDVD20に集光して、その情報を記録又は再生する装置である。

【0047】

図1に示すように、光ピックアップ装置1は、光束を出射する半導体レーザ光源11と、半導体レーザ光源11から出射された光束を通過させ、またDVD21又はCD22で反射された光束を分岐するビームスプリッタ12と、ビームスプリッタ12を通過した光束の絞り13と、絞り13を通過した光束をDVD21又はCD22に集光させる集光光学系（光学素子部、対物光学素子）としての対物レンズ14と、対物レンズ14を、光軸方向及びDVD21又はCD22の情報記録面に平行で円周と垂直方向に移動する2次元アクチュエータ15と、ビームスプリッタ12により分岐された光束に非点収差を与えるシリンドリカルレンズ16と、凹レンズ17と、DVD21又はCD22からの反射光を検出する光検出器30とを備える。また、光ピックアップ装置1内に、DVD21又はCD22をセット可能である。

【0048】

また、対物レンズ14は、両面非球面の単玉レンズであり、半導体レーザ光源11から出射された光束が入射する入射面141と、DVD21、CD22へ出射光を出射する出射面142と、外周に設けられたフランジ部14aとを備える。このフランジ部14aにより対物レンズ14を光ピックアップ装置1に容易に取り付けることができる。また、フランジ部14aは対物レンズ14の光軸Lに

対しほぼ垂直方向に延びた面を有するので、取付の精度を高くすることが容易にできる。図1中の、DVD 21に対応する光束の光軸L1及びCD 22に対応する光束のL2とは別に、対物レンズ14自体の光軸を光軸L（図示せず）とする。また、対物レンズ14の材料には、例えばオレフィン系樹脂等の光学的に透明なプラスチックが使用される。プラスチックを用いることにより、対物レンズ14の軽量化及び低コスト化を実現でき、後述する回折構造部Aを容易に作成することができる。

【0049】

また、半導体レーザ光源11は、DVD 21に集光させるための、使用基準波長 λ_{01} が655[nm]の光束を出射するLD(Laser Diode)等の光源部111と、CD 22に集光させるための、使用基準波長 λ_{02} が785[nm]の光束を出射するLD等の光源部112とが、一体(1パッケージ)に設けられている。使用基準波長 λ_{01} 、 λ_{02} は、それぞれDVD、CDの規格の基準波長である。また、実際に光源部111、112からそれぞれ出射される光束の波長を使用波長 λ_{11} 、 λ_{12} とする。使用波長 λ_{11} 、 λ_{12} は、光源部111、112の温度変化やモードホップ等により、それぞれ使用基準波長 λ_{01} 、 λ_{02} からの誤差を有する可能性のある波長となる。

【0050】

また、DVD 21は、情報が記録される情報記録面21aと、情報記録面21aを保護するために情報記録面21a上に形成された保護基板21bとを備える。また、CD 22は、情報が記録される情報記録面22aと、情報記録面22aを保護するために情報記録面22a上に形成された保護基板22bとを備える。保護基板21b、22bの材料には、例えばポリカーボネート樹脂(PC)等の光学的に透明な材料が使用される。

【0051】

また、対物レンズ14は、有限系の光束を集光させる構成となる。有限系の光束を用いる構成の場合、使用波長 λ_{11} の光束を集光させる場合の光学系倍率 m_1 が、 $m_1 \neq 0$ を満たし、且つ使用波長 λ_{12} の光束を集光させる場合の光学系倍率 m_2 が、 $m_2 \neq 0$ を満たす。

【0052】

ここで、図1とともに図2及び図3を参照して、光ピックアップ装置1の動作を説明する。図2は、DVD21に集光させる際の対物レンズ14の断面図である。図3は、CD22に集光させる際の対物レンズ14の断面図である。また、図2及び図3において、対物レンズ14のフランジ部14aは省略されている。先ず、DVD21に情報を記録又は再生する場合を説明する。

【0053】

先ず、半導体レーザ光源11の光源部111から、使用波長 λ_{11} の光束が射出される。そして、その光束は、半導体レーザ光源11と対物レンズ14との間に配置されたビームスプリッタ12を通過し、絞り13により絞られて、対物レンズ14へ向かう。

【0054】

そして、その光束は、対物レンズ14の入射面141に入射し、出射面142から射出されてDVD21の情報記録面21a上に、焦点L1aとして集光される。DVD21に情報を記録及び再生するいずれの場合にも、情報記録面22上に焦点L1aとして集光される。半導体レーザ光源11から射出される光束の強度は、情報の再生の場合よりも情報の記録の場合を高くするように設定されている。

【0055】

そして、DVD21に記録された情報を再生する場合に、対物レンズ16から射出された光束は、更に情報記録面21aで情報ピットにより変調されて反射される。その反射された光束は、再び対物レンズ16、絞り13を順に介して、光路変更手段としてのビームスプリッタ12によって反射して分岐される。その分岐された光束は、シリンдриカルレンズ16により非点収差が与えられ、凹レンズ17を経て、光検出器30上へ入射する。光検出器30は凹レンズ17からの入射光を検出して信号を出力し、その出力された信号を用いて、DVD21に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0056】

また、光検出器30上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検

出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出結果に基づいて、2次元アクチュエータ15は、光源部111から出射された光束を焦点L1aとしてDVD21の情報記録面21a上に結像するように、対物レンズ14を光軸L1方向に移動させる。これとともに、半導体レーザ光源11から出射された光束を、情報記録面21a上の所定のトラックに結像するように対物レンズ16を、情報記録面21aに平行で、トラックの円周と垂直方向に移動させる。

【0057】

CD22に情報を記録又は再生する場合にも同様である。CD22に情報を記録又は再生する場合に、光源部112から出射された光束は、ビームスプリッタ12、絞り13を通過して、対物レンズ14の入射面141に入射し、出射面142から出射されてCD22の情報記録面22a上に焦点L2aとして集光する。そして、CD22の情報を再生する場合に、情報記録面22aで反射された光束は、対物レンズ14、絞り13を介して、ビームスプリッタ12により反射して分岐され、シリンドリカルレンズ16、凹レンズ17を介して、光検出器30に入射する。

【0058】

DVD21の記録密度に対応して、DVD21に光束を入射させる場合の像側（光情報記録媒体側）の開口数NA1は大きくする必要がある。これに比べてCD22の記録密度に対応して、CD22に光束を入射させる場合の像側の開口数NA2は小さくする必要がある。よって図2及び図3に示すように、DVD21に光束を入射させる場合には、光軸L1を中心とした直径の大きな光束を対物レンズ14に入射させる。また、CD22に光束を入射させる場合には、光軸L2を中心とした直径の比較的小さな光束を対物レンズ14に入射させる。

【0059】

図2～図4に示すように、対物レンズ14の入射面141は、光軸Lを中心とする同心円状の光学機能領域である。図4は、対物レンズ14における入射面141の平面図である。入射面141は、DVD21及びCD22に集光させる場合に共通して光束が通過する共用領域部141aと、DVD21に集光させる場合のみに光束が通過するDVD専用領域部141bとを有する。共用領域部14

1 a は、同心円状の輪帯からなる鋸歯状の回折構造部 A が形成されている。回折構造部 A は、入射した光束を回折する機能を有する。

【0060】

図 5 は、共用領域部 141 a における回折構造部 A の断面図である。図 5 に示すように、入射光束を回折する回折構造部 A は、輪帯状光学機能面 A1 と、輪帯状光学機能面 A1 間に設けられる段差面 A2 とを有する。

【0061】

また、対物レンズ 14 には、次の〔数 1〕の非球面形状式で表される母非球面が形成されている。

【数 1】

$$Z = \frac{h^2 / R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h / R_0)^2}} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i h^{P_i}$$

【0062】

ここで、Z は、光軸方向の変位（入射面 141 へ入射する入射光束の進行方向を正とする）である。また、h は光軸に対して垂直な方向の軸の値（光軸からの高さ）である。R₀ は近軸曲率半径である。κ は円錐係数である。A_i は非球面係数である。P_i は非球面の冪数である。

【0063】

また、一般に、回折輪帯のピッチは、光路差関数 Φ を使って定義される。具体的には、光路差関数 Φ は単位を [mm] として〔数 2〕で表される。

【数 2】

$$\Phi = \left(\frac{\lambda_0 \cdot K}{\lambda_B} \right) \sum_{i=1}^{\infty} C_{2i} h^{2i}$$

λ₀ は使用基準波長であり、例えば使用基準波長 λ₀₁, λ₀₂ となる。λ_B は製造波長（ブレイズ波長）である。また、全回折次数のうち、回折効率が最大となる回折次数を K とする。製造波長とは、回折次数 K において回折効率が 100% となる波長のことである。また、回折効率とは、回折構造部により回折される全次数の回折光の出射光量に対する、所定次数の回折光の出射光量の割合である。

【0064】

輪帯数 n は Φ/λ_0 の式により求められる。また、回折光の次数は、回折光が光軸へ向かう方向の回折光の次数を正とする。 C_{2i} は光路差関数の係数である。

【0065】

また、対物レンズ 16 のレンズデータは次の〔表 1〕に表される。

【表 1】

第 j 面	r_j	d_j (655nm)	n_j (655nm)	d_j (785nm)	n_j (785nm)
0		23.27		23.27	
1 (絞り径)	∞	0.0 ($\Phi 4.674\text{mm}$)		0.0 ($\Phi 4.674\text{mm}$)	
2	4.51893	2.90000	1.52915	2.90000	1.52541
2'	3.62857	-0.01111	1.52915	-0.01111	1.52541
3	-6.37280	1.97	1.0	1.69	1.0
4	∞	0.6	1.57752	1.2	1.57063
5	∞				

【0066】

〔表 1〕において、 r_j [mm] が近軸曲率半径を示し、 d_j [mm] が光軸上の変位を示し、 n_j が屈折率を示す。また、 j は面番号である。面番号 j は、0 が物点を示し、1 が絞り 13 による絞り面を示す。また、面番号 j は、2, 2' が、対物レンズ 14 の入射面 141 を示し、 $j = 2, 2'$ それぞれに対する領域を第 2 面、第 2' 面とする。第 2 面とは、入射面 141 の共用領域部 141a を示す。共用領域部 141a は、ここでは図 2 に示す光軸からの高さ h が、 $0 < h \leq 1.763$ [mm] を満たす領域とする。また、第 2' 面とは、入射面 141 の DVD 専用領域部 141b を示す。DVD 専用領域部 141b は、ここでは光軸からの高さ h が、 1.763 [mm] $< h$ を満たす領域とする。

【0067】

また、面番号 j は、3 が対物レンズ 14 の出射面 142 を示し、4 が光情報記録媒体の保護基板 (DVD 21 又 CD 22 の保護基板 21a, 22a) を示し、5 が光情報記録媒体の情報記録面 (DVD 21 又 CD 22 の情報記録面 21b, 22b) を示す。また、光軸上の変位 d_j は、第 j 面から第 $j+1$ 面までの変位を示す。特に、変位 $d_{2'}$ は、第 2 面から第 2' 面までの変位を示す。

【0068】

近軸曲率半径 r_j 、光軸上の変位 d_j 及び屈折率 n_j は、それぞれ面番号 j に

対応する面での値を示す。特に、光軸上の変位 d_j 及び屈折率 n_j は、DVD 21, CD 22 にそれぞれ対応する使用基準波長 λ_{11} ($= 655$ [nm]) , λ_{12} ($= 785$ [nm]) に対応して各値が示される。また、使用基準波長 λ_{11} の光束が対物レンズ 14 に入射した際の、対物レンズ 14 の主点から情報記録面 21 a 上の焦点 L 1 a までの光軸 L 1 上の焦点距離 f_1 は 3.40 [mm] である。また、使用基準波長 λ_{11} の光束を入射した際の、対物レンズ 14 の像側の開口率 NA 1 は 0.60 である。また、使用基準波長 λ_{01} の光束を入射させる場合の光学系倍率 m_1 は $-1/6$ である。保護基板 21 b の厚さは、 0.6 [mm] である。

【0069】

また、使用基準波長 λ_{12} の光束が対物レンズ 14 に入射した際の、対物レンズ 14 の主点から情報記録面 22 a 上の焦点 L 2 a までの光軸 L 1 上の焦点距離 f_2 は 3.47 [mm] である。また、使用基準波長 λ_{12} の光束が対物レンズ 14 に入射した際の対物レンズ 14 の像側の開口率 NA 2 は 0.44 である。また、使用基準波長 λ_{02} の光束を入射させる場合の光学系倍率 m_2 は $-1/5.9$ である。保護基板 21 b の厚さは、 1.2 [mm] である。

【0070】

次に、〔表 2〕に、〔数 1〕の母非球面の式 Z に代入するための、対物レンズ 14 の第 2 面、第 2' 面及び第 3 面の円錐係数 κ 、非球面係数 A_i 及び冪数 P_i を示す。また、〔表 2〕に、〔数 2〕の光路差関数 Φ に代入するための、光路差関数係数 C_i を示す。

【表 2】

第2面 ($0 < h \leq 1.763\text{mm}$: DVD/CD 共通領域)

非球面係数

κ	$1.6560 \times E-0$	
A1	$2.9133 \times E-3$	P1 4.0
A2	$9.0124 \times E-4$	P2 6.0
A3	$-5.2721 \times E-4$	P3 8.0
A4	$3.2835 \times E-5$	P4 10.0
A5	$1.0713 \times E-5$	P5 12.0
A6	$-9.3059 \times E-7$	P6 14.0

光路差関数(製造波長 $\lambda_B = 1\text{mm}$)

C2	$-4.0745 \times E-0$
C4	$1.7303 \times E-1$
C6	$4.6687 \times E-2$
C8	$-1.9946 \times E-2$
C10	$2.7347 \times E-3$

第2'面 ($0 > 1.763\text{mm}$: DVD 専用)

非球面係数

κ	$-1.8190 \times E-0$	
A1	$7.4752 \times E-3$	P1 4.0
A2	$-6.8159 \times E-3$	P2 6.0
A3	$2.0970 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-2.7108 \times E-4$	P4 10.0
A5	$1.6262 \times E-5$	P5 12.0
A6	$1.3867 \times E-7$	P6 14.0

光路差関数(製造波長 $\lambda_B = 1\text{mm}$)

C2	$-7.2021 \times E+1$
C4	$-6.4664 \times E-0$
C6	$1.5091 \times E-0$
C8	$-2.1705 \times E-1$
C10	$3.4868 \times E-2$

第3面

非球面係数

κ	$4.8233 \times E-0$	
A1	$1.7272 \times E-2$	P1 4.0
A2	$-1.0292 \times E-2$	P2 6.0
A3	$4.9860 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-1.4772 \times E-3$	P4 10.0
A5	$2.4514 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-1.6118 \times E-5$	P6 14.0

なお、光路差関数係数 C_i とともに製造波長 λ_B を示した。〔表 2〕における製造波長 λ_B は、仮の値であり、1 [mm] とした。また、「 $E-t$ (t は整数)」は、「 10^{-t} 」を示す。

【0071】

次に、下記の〔表 3〕に、対物レンズ 14 の第 2 面（共用領域部 141a）の回折構造部 A の段差面 A2 の段差量 x_d を示す。

【表 3】

輪帯番号	輪帯開始高さhs	輪帯終了高さhl	高さhlでの段差量xd
1	0.000	0.222	0.00620
2	0.222	0.314	0.00620
3	0.314	0.385	0.00621
4	0.385	0.445	0.00622
5	0.445	0.498	0.00623
6	0.498	0.546	0.00624
7	0.546	0.591	0.00624
8	0.591	0.633	0.00625
9	0.633	0.672	0.00626
10	0.672	0.709	0.00627
11	0.709	0.745	0.00628
12	0.745	0.779	0.00628
13	0.779	0.812	0.00629
14	0.812	0.844	0.00630
15	0.844	0.874	0.00631
16	0.874	0.904	0.00632
17	0.904	0.934	0.00633
18	0.934	0.962	0.00633
19	0.962	0.990	0.00634
20	0.990	1.017	0.00635
21	1.017	1.044	0.00636
22	1.044	1.070	0.00637
23	1.070	1.096	0.00638
24	1.096	1.122	0.00639
25	1.122	1.147	0.00640
26	1.147	1.171	0.00640
27	1.171	1.195	0.00641
28	1.195	1.219	0.00642
29	1.219	1.243	0.00643
30	1.243	1.266	0.00644
31	1.266	1.290	0.00645
32	1.290	1.312	0.00646
33	1.312	1.335	0.00647
34	1.335	1.357	0.00648
35	1.357	1.380	0.00649
36	1.380	1.402	0.00650
37	1.402	1.423	0.00651
38	1.423	1.445	0.00652
39	1.445	1.467	0.00653
40	1.467	1.488	0.00653
41	1.488	1.509	0.00654
42	1.509	1.530	0.00655
43	1.530	1.551	0.00656
44	1.551	1.572	0.00657
45	1.572	1.593	0.00658
46	1.593	1.613	0.00659
47	1.613	1.634	0.00660
48	1.634	1.655	0.00661
49	1.655	1.675	0.00662
50	1.675	1.696	0.00663
51	1.696	1.716	0.00664
52	1.716	1.736	0.00665
53	1.736	1.757	0.00666
54	1.757	1.777	0.00667
55	1.777	1.783	

【0072】

〔表 3〕のデータは、〔表 1〕及び〔表 2〕に示される対物レンズ 14 において、更に、製造波長 λ_B を DVD に対応する使用基準波長 λ_{01} である 655 [nm] にし、回折効率が最大となる回折次数 K_1 を 5 とし、その回折効率を 100 % にした場合の第 2 面（共用領域部 141a）での値である。〔表 3〕には、各回折輪帯の輪帯番号と、各回折輪帯の開始高さ h_s [mm] と、各回折輪帯の終了高さ h_l [mm] と、終了高さ h_l での段差量 x_d [mm] とが示される。輪帯番号は、光軸から遠ざかるに従い増加している。開始高さ h_s 、終了高さ h_l 及び段差量 x_d は、図 5 に示される。また、開始高さ h_s 及び終了高さ h_l の始点は、光軸 L であるとする。

【0073】

〔表 3〕の、各回折輪帯の開始高さ h_s 、終了高さ h_l 及び段差量 x_d により設計された回折構造部 A を有する対物レンズ 14 は、DVD に対応する使用基準波長 λ_{01} の光束を回折して 5 次回折光を出射し、その回折効率は 100 % となる。また、使用基準波長 λ_{01} と使用基準波長 λ_{02} との比から、〔表 3〕のデータを満たす回折構造部 A において、CD に対応する使用基準波長 λ_{02} の光束に対応する回折効率が最大となる回折次数 K_2 は 4 となる。よって、対物レンズ 14 は、CD に対応する使用基準波長 λ_{02} の光束を回折して 4 次回折光を出射し、その回折効率はほぼ 93 % となる。

【0074】

また、従来のように、DVD に対応する波長の光束の 1 次回折相当の段差を設ける場合の、CD に対応する波長の光束の回折効率はほぼ 9.1 % となる。よって、DVD に対応する波長の光束の 1 次回折相当の段差の構成に比べて、本実施の形態の 5 次回折相当の段差の構成の方が、CD に対応する波長の光束に対する回折効率が高いので、その光利用効率も高くなる。実際には、使用波長 λ_{11} , λ_{12} を対物レンズ 14 に入射する。

【0075】

段差面 A2 に 5 次回折相当の段差を設ける場合に、段差量 x_d [μm] は、

$$5.5 [\mu\text{m}] \leq x_d \leq 7 [\mu\text{m}]$$

を満たすことが好ましい。なぜなら、段差量 x_d が 5.5 [μm] より小さい

場合には、使用波長 λ_{01} の光束の 5 倍の段差量からのずれが大きくなり、DVD 2 1 及び CD 2 2 の情報記録面に集光される使用波長 λ_{01} 及び使用波長 λ_{02} の光束の光利用効率が低下するからである。また、段差量 x_d が $7 [\mu m]$ より大きい場合にも、使用波長 λ_{01} の光束の 5 倍の段差量からのずれが大きくなり、DVD 2 1 及び CD 2 2 の情報記録面に集光される使用波長 λ_{01} 及び使用波長 λ_{02} の光束の光利用効率が低下するからである。〔表 3〕に示す段差量 x_d は、 $5.5 [\mu m] \leq x \leq 7 [\mu m]$ の条件を満たしている。

【0 0 7 6】

以上により、対物レンズ 1 4 は、〔表 3〕に示す段差量 x_d の回折構造部 A が設けられ、使用波長 λ_{11} の入射光束に対して最大の回折効率となる回折次数が 5 となるように回折する。このため、使用波長 λ_{11} に対して最大の回折効率となる 5 次回折光を DVD 2 1 に集光してその光利用効率を高めることができる。これとともに、使用波長 λ_{12} に対して最大の回折効率となる 4 次回折光を CD 2 2 に集光してその光利用効率を高めることができる。

【0 0 7 7】

また、回折構造部 A の回折機能により、DVD 2 1、CD 2 2 に集光させる光の光線収差を低減させることができる。このため、光軸上の焦点の位置をほぼ一点に合わせることができる。

【0 0 7 8】

また、使用波長 λ_{11} 、 λ_{12} それぞれに対する光学系倍率 m_1 、 m_2 が、 $m_1 \neq 0$ 、 $m_2 \neq 0$ を満たすように、有限系の入射光束を用いて光情報記録媒体に集光させる。このため、コリメータレンズ等の光束を平行化する光学素子を設ける必要がなく、部品点数を減らし、光ピックアップ装置 1 を小型化及び低コスト化することができる。

【0 0 7 9】

また、光学系倍率 m_1 、 m_2 は、 $-1/3 \leq m_1 < 0$ 、 $-1/3 \leq m_2 < 0$ を満たすのがより好ましい。光学系倍率 m_1 、 m_2 が $-1/3$ より小さければ、光源が光軸からずれることを起因とする誤差特性により、光情報記録媒体に集光させる光束の波面収差が大きくなる。また、光学系倍率 m_1 、 m_2 が正の値となる

場合には、対物レンズ 14 が大型化する。本実施の形態の光学系倍率 m_1 , m_2 は、この好ましい範囲内である。

【0080】

また、対物レンズ 14 の入射面 141 上に、回折構造部 A を有する共用領域部 141a を設けた。このため、回折構造部 A を対物レンズ 14 と別個に設ける構成に比べて、集光光学系の部品点数を少なくし、小型化及び低コスト化することができる。

【0081】

また、〔表 3〕から回折構造部 A の回折輪帯数は 55 なので、4 ~ 60 の範囲内となる。このため、回折構造部 A は作成しやすく、且つ十分な光利用効率が得られる。なぜなら、回折輪帯数が 4 よりも小さい場合には、保護基板厚の薄い DVD 21 に対して、回折構造部 A の十分な回折機能を実現することが困難となる。また、回折輪帯数が 60 よりも大きい場合には、そのピッチも小さくなり、回折構造部 A を作成するのが困難となる。その上、回折輪帯数が 60 よりも大きい場合には、回折構造部 A 上の回折が行われない段差面 A2 の面積割合が大きくなり、回折効率が低下する。

【0082】

また、使用基準波長の異なる光源部 111, 112 を一体化して半導体レーザ光源 11 とした。このため、半導体レーザ光源を小型化することができ、光ピックアップ装置 1 を小型化することができる。

【0083】

また、使用波長 λ_{11} , λ_{12} それぞれの焦点距離 f_1 , f_2 は、 $f_1 \leq 4$ [mm], $f_2 \leq 4$ [mm] を満たす。このため、焦点距離 f_1 , f_2 を小さくし、光ピックアップ装置 1 を小型化することができる。

【0084】

また、使用波長 λ_{11} の像側の開口数 NA_1 は、 $0.55 \leq NA_1 \leq 0.67$ を満たす。このため、DVD 21 の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させ、DVD 21 の情報を適切に記録及び再生することができる。

【0085】

また、使用波長 λ_{12} の像側の開口数 NA_2 は、 $0.44 \leq NA_2 \leq 0.55$ を満たす。このため、CD 22の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させ、CD 22の情報を適切に記録及び再生することができる。

【0086】

また、対物レンズ14の共用領域部141aの回折構造部Aに代えて、屈折のみにより出射光の進行方向が決まる構造部を設ける構成でもよい。例えば、[特許文献1]に記載されているような位相シフト構造部を設ける構成である。この場合、隣り合う輪帯状凹部又は輪帯状凸部が、DVDに対応する使用基準波長 λ_{01} の5次回折に相当する段差量を有する。言い換えれば、隣り合う輪帯状凹部又は輪帯状凸部を通過する使用基準波長 λ_{01} の光束は、ほぼ5倍の光路差が付与されて出射される段差量を有する。そして、この段差量の輪帯状凹部又は輪帯状凸部を共用領域部に設ける構成となる。この段差量の輪帯状凹部又は輪帯状凸部が設けられた場合に、CDに対応する使用基準波長 λ_{02} の光束が共用領域部に入射されると、隣り合う輪帯状凹部又は輪帯状凸部を通過する使用基準波長 λ_{02} の光束は、ほぼ4倍の光路差が付与されて出射される。

【0087】

よって、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した使用波長 λ_{11} の光束は $5 \times \lambda_{12}$ の光路差を有するが、DVD 21の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高くすることができる。また、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した使用波長 λ_{12} の光束は $4 \times \lambda_{12}$ の光路差を有するが、CD 22の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高めることができる。

【0088】

使用基準波長 λ_{01} のほぼ5倍の光路差の光束を生成するような段差量の輪帯状凹部又は輪帯状凸部を設けた場合の、CD 22に集光させる使用波長 λ_{12} の光束の光利用効率は、従来の使用基準波長 λ_{01} のほぼ1倍の光路差の光束を生成するような段差量の輪帯状凹部又は輪帯状凸部を設けた場合の、CD 22に集光させる光束の光利用効率に比べて大きい。つまり、CD 22に集光させる光束の光利用効率は、使用基準波長 λ_{01} のほぼ5倍の光路差の光束を生成する構成が、使用基準波長 λ_{01} のほぼ1倍の光路差の光束を生成する構成に比べて大きい。更に、

輪帯状凹部又は輪帯状凸部を設ける場合は、回折構造部Aを設けた場合の輪帯状光学機能面A1の数に比べて、輪帯状凹部又は輪帯状凸部の数を少なくすることができ、集光光学系の作成を容易にすることができる。

【0089】

なお、本実施の形態では、対物レンズ14に共用領域部141aを設ける構成としたが、これに限るものではない。例えば、共用領域部を有しない対物レンズと、共用領域部を有する別個のカップリングレンズとを設ける構成でもよい。この場合には、対物レンズ14に、輪帯状光学機能面A1及び段差面A2とは異なる輪帯状光学機能面及び段差面を設けることによって他の補正効果をもたせることができる。また、輪帯状光学機能面及び段差面を有しない一般的で安価な対物レンズを用いることができる。また、共用領域部を有しない対物レンズと、共用領域部を有するカップリングレンズとが一体となった集光光学系を用いる構成でもよい。

【0090】

以上、本発明の実施の形態につき説明したが、本発明は、必ずしも上述した手段及び手法にのみ限定されるものではなく、本発明にいう目的を達成し、本発明にいう効果を有する範囲内において適宜に変更実施が可能なものである。

【0091】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明によれば、集光光学系において、光学素子部の少なくとも1つの光学面に、第1の波長 λ_1 の光束が通過してその通過後の光束が第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光され且つ第2の波長 λ_2 の光束が通過してその通過後の光束が第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光する共用領域部を備え、その共用領域部が、輪帯状光学機能面と、光軸に平行な距離 x が $5.5 [\mu\text{m}] \leq x \leq 7 [\mu\text{m}]$ である段差面とを備える。このため、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第1の波長 λ_1 の光束はほぼ $5 \times \lambda_1$ の光路差を有するが、第1の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高くすることができる。また、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第2の波長 λ_2 の光束はほぼ $4 \times \lambda_2$ の光路差を有するが、第2の光情報記録媒体の集

光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高めることができる。

【0092】

また、第1の波長 λ_1 及び第2の波長 λ_2 の各光束に対する光学系倍率 m_1 、 m_2 が、 $m_1 \neq 0$ 、 $m_2 \neq 0$ を満たす。このため、有限系の光束を用いて第1又は第2の光情報記録媒体に集光させるので、コリメータレンズ等の光束を平行化する光学素子を設ける必要がなく、部品点数を減らし、集光光学系を備える光ピックアップ装置等の機器を小型化及び低コスト化することができる。

【0093】

請求項2に記載の発明によれば、輪帯状光学機能面の数は、4～60のうちのいずれか一つである。このため、輪帯状光学機能面の数を保護基板厚 t_1 、 t_2 に対して適切な値にできて、十分な光利用効率を得られ且つ輪帯状光学機能面の作成を容易にすることができる。

【0094】

請求項3に記載の発明によれば、共用領域部を備える光学素子は、カップリングレンズである。このため、対物光学素子に請求項1又は2に記載の輪帯状光学機能面及び段差面とは異なる輪帯状光学機能面及び段差面を設けることによって他の補正効果をもたせることができる。また、輪帯状光学機能面及び段差面を有しない一般的で安価な対物光学素子を用いることができる。

【0095】

請求項4に記載の発明によれば、共用領域部を備える光学素子は、対物光学素子である。このため、集光光学系の部品点数を少なくし、小型化及び低コスト化することができる。

【0096】

請求項5に記載の発明によれば、光学系倍率 m_1 は、 $-1/3 \leq m_1 < 0$ を満たす。このため、光学系倍率 m_1 が正であることによる集光光学系の大型化を防ぐことができる。また、光学系倍率 m_1 が $-1/3$ より小さく、光源が光軸からずれることを起因とする誤差特性により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の波面収差が大きくなることを防ぐことができる。

【0097】

請求項6に記載の発明によれば、光学系倍率 m_2 は、 $-1/3 \leq m_2 < 0$ を満たす。このため、光学系倍率 m_2 が正であることによる集光光学系を用いる機器の大型化を防ぐことができる。また、光学系倍率 m_2 が $-1/3$ より小さく、光源が光軸からずれることを起因とする誤差特性により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の波面収差が大きくなることを防ぐことができる。

【0098】

請求項7に記載の発明によれば、第1の波長 λ_1 の光束に対する焦点距離 f_1 は、 $f_1 \leq 4$ [mm] である。このため、焦点距離 f_1 を小さくし、集光光学系を備える光ピックアップ装置等の機器を小型化することができる。

【0099】

請求項8に記載の発明によれば、第2の波長 λ_2 の光束に対する焦点距離 f_2 は、 $f_2 \leq 4$ [mm] である。このため、焦点距離 f_2 を小さくし、集光光学系を備える光ピックアップ装置等の機器を小型化することができる。

【0100】

請求項9に記載の発明によれば、第1の波長 λ_1 の光束に対する像側の開口数 NA_1 は、 $0.55 \leq NA_1 \leq 0.67$ を満たす。このため、第1の光情報記録媒体の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させることができる。

【0101】

請求項10に記載の発明によれば、第2の波長 λ_2 の光束に対する像側の開口数 NA_2 は、 $0.44 \leq NA_2 \leq 0.55$ を満たす。このため、第2の光情報記録媒体の情報の記録密度に対応して適切に光束を集光させることができる。

【0102】

請求項11に記載の発明によれば、前記共用領域部は、前記輪帯状光学機能面により入射光を回折する回折構造部を備える。このため、回折構造部の回折により、第1及び第2の光情報記録媒体に集光させる光束の光線収差を低減させて、光軸上の焦点の位置をほぼ一点に合わせることができる。

【0103】

請求項12に記載の発明によれば、回折構造部により回折された第1の波長 λ_1

1の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_1 は5であり、回折された第2の波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率となる回折光の回折次数 K_2 は4である。このため、第1の波長 λ_1 の5次回折光により回折効率が最大になるので、第1の光情報記録媒体に集光する光束の光利用効率を高めることができる。これとともに、第2の波長 λ_2 の4次回折光により回折効率が最大になるので、第2の光情報記録媒体に集光する光束の光利用効率を高めることができる。

【0104】

請求項13に記載の発明によれば、輪帯状光学機能面を通過する第1の波長 λ_1 及び第2の波長 λ_2 は、輪帯状光学機能面によって屈折する方向へ出射される。このため、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第1の波長 λ_1 の屈折された光束はほぼ $5 \times \lambda_1$ の光路差を有するが、第1の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高くすることができる。また、隣り合う輪帯状光学機能面を通過した第2の波長 λ_2 の屈折された光束はほぼ $4 \times \lambda_2$ の光路差を有するが、第2の光情報記録媒体の集光スポットにおいて位相が合っているためその光利用効率を高めることができる。更に、回折構造部を設ける場合に比べて、輪帯状光学機能面の数を少なくすることができ、集光光学系の作成を容易にすることができる。

【0105】

請求項14に記載の発明によれば、光ピックアップ装置は、第1の波長 λ_1 の光束を出射する第1の光源と、第2の波長 λ_2 の光束を出射する第2の光源と、請求項1から13のいずれか一項に記載の集光光学系とを備えて、第1及び第2の光情報記録媒体の情報記録面に光束を集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行うことができる。このため、請求項1から13のいずれか一項に記載の効果の有するとともに、第1の波長 λ_1 の光束を集光光学系により第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行い、第2の波長 λ_2 の光束を集光光学系により第2の光情報記録媒体の情報記録面に集光して情報の記録及び再生のうちの少なくとも一つを行うことができる。

【 0 1 0 6 】

請求項 1 5 に記載の発明によれば、第 1 の光源及び第 2 の光源は、一体化される。このため、第 1 の光源及び第 2 の光源が一つになり、光ピックアップ装置も小型化することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の実施の形態に係る対物レンズ 1 6 を備える光ピックアップ装置 1 の概略構成図である。

【図 2】

D V D 2 1 に集光させる際の対物レンズ 1 4 の断面図である。

【図 3】

C D 2 2 に集光させる際の対物レンズ 1 4 の断面図である。

【図 4】

対物レンズ 1 4 における入射面 1 4 1 の平面図である。

【図 5】

共用領域部 1 4 1 a における回折構造部 A の断面図である。

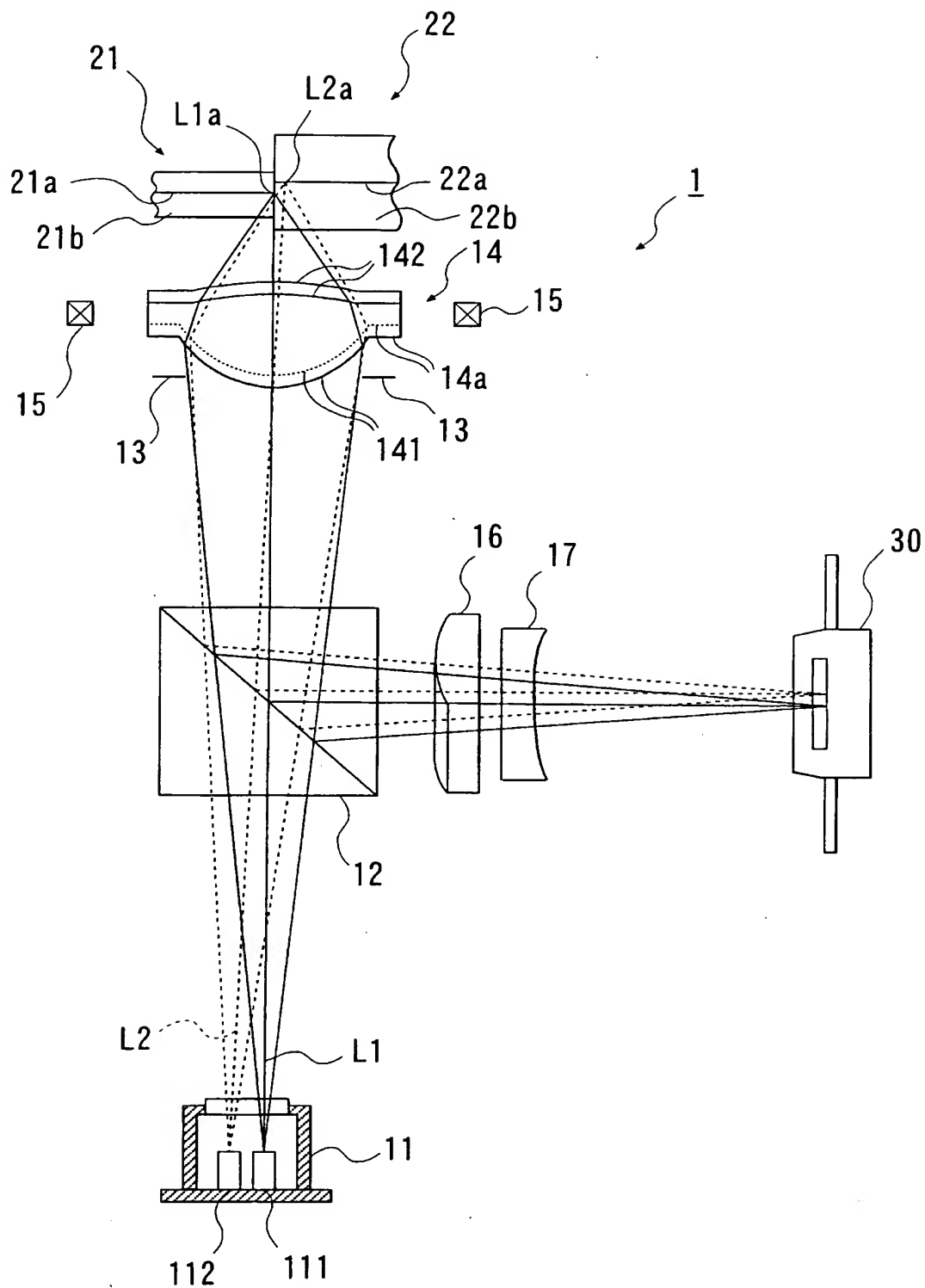
【符号の説明】

- 1 … 光ピックアップ装置
- 1 1 … 半導体レーザ光源
- 1 1 1, 1 1 2 … 光源部
- 1 2 … ビームスプリッタ
- 1 3 … 絞り
- 1 4 … 対物レンズ
- 1 4 1 … 入射面
- 1 4 1 a … 共用領域部
- 1 4 1 b … D V D 専用領域部
- A … 回折構造部
- A 1 … 輪帯状光学機能面
- A 2 … 段差面

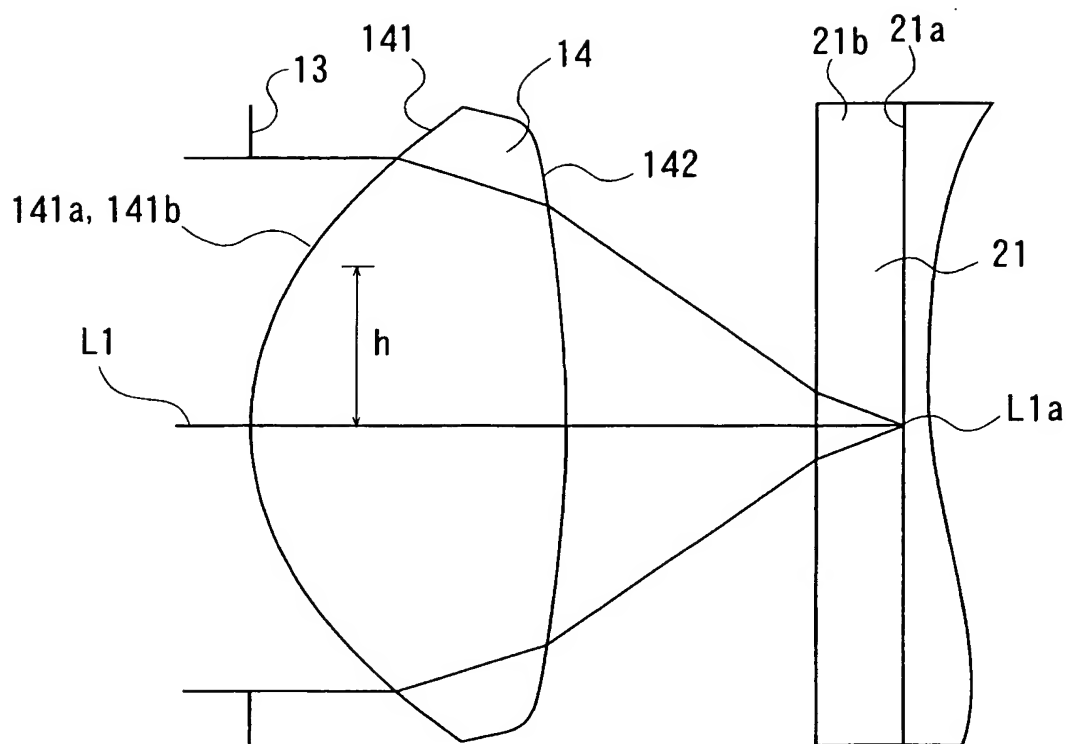
1 4 2 …出射面
1 4 a …フランジ部
1 5 …2 次元アクチュエータ
1 6 …シリンドリカルレンズ
1 7 …凹レンズ
2 1 …D V D
2 2 …C D
2 1 a, 2 2 a …情報記録面
2 1 b, 2 2 b …保護基板
3 0 …光検出器
L 1, L 2 …光軸

【書類名】 図面

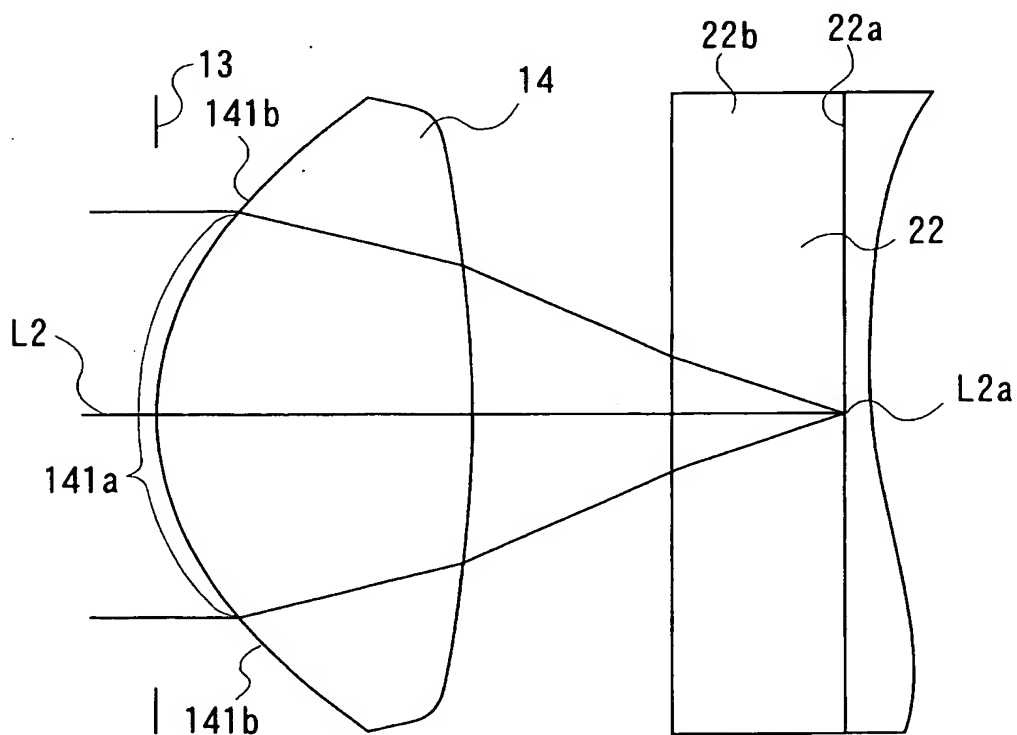
【図 1】



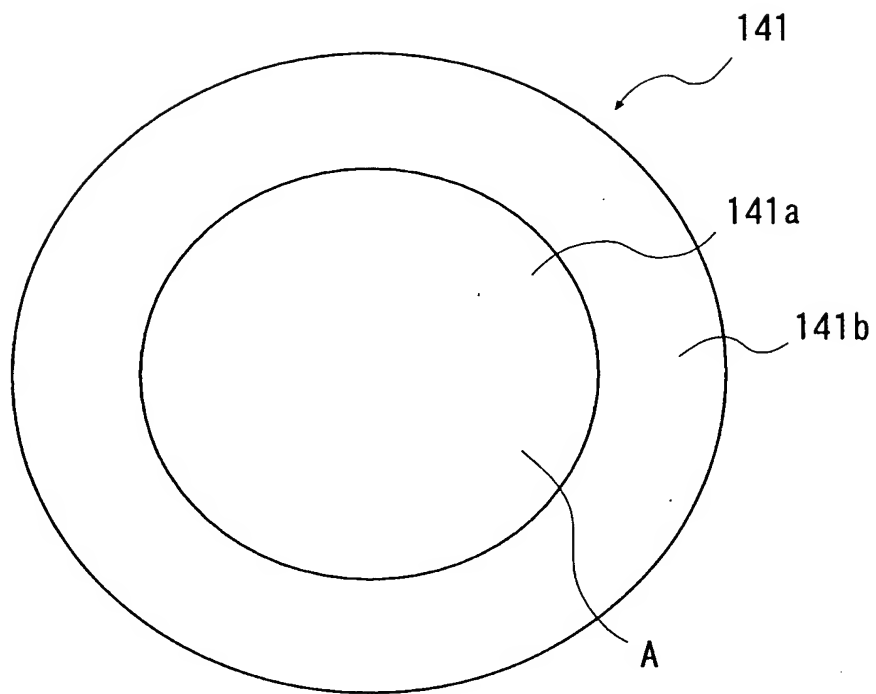
【図 2】



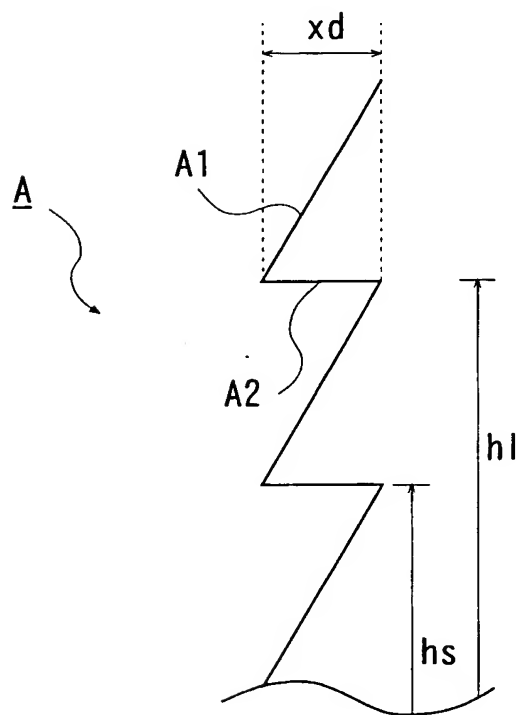
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】異なる波長の光束を用いて且つ異なる保護基板厚さの２種類の光情報記録媒体に光束を集光させるにあたり、いずれの光情報記録媒体に集光させる場合にも光利用効率を高めることである。

【解決手段】光ピックアップ装置 1 の対物レンズ 1 4 の入射面 1 4 1 に、波長 λ_1 (655 nm) 及び波長 λ_2 (785 nm) の光束が通過する共用領域部を設ける。共用領域部は、輪帯状光学機能面と、光軸に平行な距離 x が $5.5 \mu\text{m} \leq x \leq 7 \mu\text{m}$ を満たす段差面とを備える。光源部 1 1 1 から出射された波長 λ_1 の光束を、対物レンズ 1 4 の共用領域部を通過させて、保護基板厚 t_1 の光情報記録媒体である DVD 2 1 に集光させる。また、光源部 1 1 2 から出射された波長 λ_2 の光束を、対物レンズ 1 4 の共用領域部を通過させて、保護基板厚 t_2 の光情報記録媒体である CD 2 2 に集光させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 9 1 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

氏 名

コニカ株式会社